

Aus dem II. Anatomischen Institut  
der Freien Universität Berlin  
Direktor: Professor Dr. med. Willy Schwarz

DAS ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE BILD  
DES DUCTUS DEFERENS-EPITHEL VOM MENSCHEN

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur  
Erlangung der medizinischen Doktorwürde  
an der  
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Mowsses Assaturian  
aus Arak / Iran

1969





Digitized by the Internet Archive  
in 2026



Aus dem II. Anatomischen Institut der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr.med. Willy S c h w a r z

---

Das elektronenmikroskopische Bild

des Ductus deferens-Epithels vom Menschen

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Mowsses Assaturian

aus Arak / Iran

**Dekan:** Professor Dr. med. Hans Heinz N a u m a n n

**Referent:** Privat-Dozent Dr. med. Hans Joachim M e r k e r

**Korreferent:** Prof. Dr. med. Willy S c h w a r z



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 8. Januar 1969

|      |                                    |    |
|------|------------------------------------|----|
| I.   | Einleitung . . . . .               | 1  |
| II.  | Material und Methoden . . . . .    | 5  |
| III. | Befunde                            |    |
|      | A. Cilientragende Zellen . . . . . | 7  |
|      | a) Stereocilien . . . . .          | 7  |
|      | b) Zellmembran . . . . .           | 8  |
|      | c) basale Zellabschnitte . . . . . | 10 |
|      | d) infranukleäre Zone . . . . .    | 10 |
|      | e) Kernabschnitt . . . . .         | 11 |
|      | f) supranukleäre Zone . . . . .    | 12 |
|      | g) apikale Zone . . . . .          | 14 |
|      | B. Basalzellen . . . . .           | 14 |
|      | C. Basalmembran . . . . .          | 16 |
| IV.  | Diskussion . . . . .               | 17 |
| V.   | Zusammenfassung . . . . .          | 25 |
| VI.  | Literaturverzeichnis               |    |



## I. Einleitung

Der Morphologie des Ductus deferens-Epithels ist von morphologischer Seite nur wenig Beachtung geschenkt worden. Eine Zusammenstellung lichtmikroskopischer Befunde wurde 1930 von STIEVE im Handbuch der mikroskopischen Anatomie und zuletzt von FERNER et al. (1968) im Handbuch der Urologie vorgelegt (siehe auch STEINER, 1892). Danach geht das Epithel des Ductus epididymis ohne scharfe Grenze in das des Ductus deferens über. Beide Epithelarten sind gekennzeichnet durch ein zweireihiges Epithel, das aus schmalen zylindrischen Zellen mit Stereocilienbesatz und kubischen oder flach der Basalmembran aufsitzenden Basalzellen besteht. Charakteristisch ist außerdem das häufige Vorkommen von Kerneinschlüssen. Die Menge und Höhe der Stereocilien nimmt im Verlaufe des Ductus deferens ab. Im Bereich der Ampulle sind sie dann nicht mehr nachweisbar. Aufgrund dieses histologischen Verhaltens und des makroskopischen Verlaufes lassen sich verschiedene Abschnitte des Ductus deferens unterscheiden.

1. Nebenhodenteil - pars epididymica
2. Freier Teil - pars libera oder funicularis
3. Leistenteil - pars inguinalis
4. Beckenteil - pars pectina
5. Ampulle
6. Ductus ejaculatorius

Über die Funktion der das Lumen begrenzenden zylindrischen Epithelzellen konnte bisher noch keine sichere Übereinstimmung erzielt werden. Die Vorstellungen reichen von einer rein mechanischen Auskleidung des Ganges durch das Epithel bis zur aktiven Sekretions- oder Resorptionsleistung der Epithelzellen. Diese funktionellen Probleme werden auch bei der

Besprechung des Nebenhodenepithels ausgiebig erörtert, obwohl dieses Gewebe in viel stärkerem Maße morphologisch untersucht worden ist (HORSTMANN 1962, BARGMANN 1967). Allein lichtmikroskopische Untersuchungen konnten bisher für diese Probleme keine sichere Klärung bringen. Erste histochemische Befunde am Ductus deferens lassen aufgrund des Vorkommens von saurer Phosphatase im apikalen Zellbereich auf eine resorptive Fähigkeit schließen (NIEMI 1965). Im Nebenhoden weisen lichtmikroskopische Untersuchungen sowohl auf eine sekretorische als auch auf eine resorbierende Fähigkeit der Epithelien hin (AIGNER, 1900; HAMMAR, 1897; HEIDENHAIN et al. 1924; MANEELY, 1959; REDENZ, 1925; STIEVE, 1930).

Elektronenmikroskopische Untersuchungen könnten hier sicher eine Klärung erbringen, da in den letzten Jahren das feinstrukturelle Substrat der Resorption (Pinocytose, Phagocytose, Oberflächenvergrößerung) und Sekretion (Ribosomen, endoplasmatisches Retikulum, Golgi-Apparat, Sekretgranula) in vielen Einzelheiten erarbeitet werden konnte. Bis jetzt ist jedoch unseres Wissens nur eine elektronenmikroskopische Arbeit über das Epithel des Ductus deferens der Ratte erschienen (NIEMI, 1965). Dieser Autor fand neben einer Oberflächenvergrößerung durch Stereocilien Vesikulationsvorgänge an der apikalen Zellmembran und schließt daraus auf eine resorptive Fähigkeit dieser Zellen. Auf seinen Bildern stellen sich jedoch auch zahlreiche Membransysteme des rauen endoplasmatischen Retikulums und Granula dar, ohne daß jedoch Schlüsse auf eine sekretorische Fähigkeit gezogen werden. - Zum

besseren Verständnis dieser Befunde und zum Vergleich mit eigenen Untersuchungen am menschlichen Ductus deferens ist es zweifellos notwendig, auch die Feinstruktur des Ductus epididymis zu berücksichtigen, da beide Epithelformationen sehr ähnlich aufgebaut sind und aus einem gemeinsamen Ursprungsgewebe hervorgehen, dem Epithel des Wolff'schen Ganges. Die Feinstruktur des Nebenhodenepithels ist bereits mehrfach beschrieben worden. Dabei konnten Vesikulationsvorgänge (Pinocytose) als Hinweis auf eine Resorption, aber auch Zeichen einer merokrinen Sekretion (Sekretgranula, rauhes endoplasmatisches Retikulum und ein großer Golgi-Apparat) und sogar Hinweise auf eine apokrine Sekretion (Abstoßung von Stereocilien) gefunden werden (FÄHRMANN et al. 1966, HOLSTEIN 1967, HORSTMANN 1962, SCHMIDT 1964, SIMAR et al. 1966). Diese Befunde und die Bilder von NIEMI am Epithel des Ductus deferens der Ratte lassen vermuten, daß auch im Epithel des Ductus deferens Resorptions- und Sekretionsvorgänge ablaufen. Dieses Epithel würde also nicht als eine passive Auskleidung dieses Ganges funktionieren, sondern in Analogie zum Nebenhoden an der endgültigen Bereitung des Ejaculates durch Phagocytose von Spermien und Spermienteilen und durch Sekretion bestimmter Substanzen beteiligt sein.

Noch völlig ungeklärt ist außerdem die Funktion der Basalzellen. Wir konnten bisher in der Literatur noch keine eingehende lichtmikroskopische Beschreibung und funktionelle Deutung dieses eigenartigen Zelltyps im Ductus deferens-Epithel finden. Auch ihr elektronenmikroskopisches Bild, die Beziehung

zur Membran der Nachbarzellen und zur Basalmembran sowie mögliche Übergangsformen zu den Zylinderzellen sind bis jetzt nicht mit genügender Genauigkeit beschrieben worden.

Da vom Epithel des menschlichen Ductus deferens unseres Wissens noch keine elektronenmikroskopischen Befunde vorliegen, soll die Feinstruktur dieses Gewebes beschrieben und anhand dieser Ergebnisse eine funktionelle Deutung und Diskussion der beschriebenen Probleme versucht werden.

## II. Material und Methoden

Kleine Stücke der pars libera des Ductus deferens wurden bei Vasektomie-Operationen nach Durchführung eines kleinen Skrotalschnittes entnommen. Die sofortige Fixierung erfolgte entweder in 2-%igem gepufferten (0,1 M Phosphatpuffer pH 7,2) Glutaraldehyd und folgend in einer 1-%igen  $\text{OsO}_4$ -Lösung (0,1 M Phosphatpuffer pH 7,2) oder nur in  $\text{OsO}_4$ -Lösung. Im Fixierungsmittel wurden die Stücke in möglichst dünne Quer- oder Längsscheiben zerlegt. An die 2-stündige Fixierung schloß sich die Entwässerung in der aufsteigenden Acetonreihe (50-70-90-95-100-100 % Aceton) und schließlich die Einbettung in Mikropal an. Herstellung der Schnitte an LKB- und SERVALL-Mikrotomen. Eine optimale Kontrastierung der Schnitte gelang mit einer 1-%igen wäßrigen Uranylacetatlösung (15 min) und anschließend einer gesättigten Bleicitratlösung (10 min). Die Aufnahmen wurden mit einem Siemens Elmiskop I bei einer Strahlenspannung von 80 kV hergestellt (Blenden 200/50  $\mu$ ) bei einer Primärvergrößerung von 2000 - 30000. Das Material stammt von älteren Patienten mit Prostata-Adenomen, bei denen zur Vermeidung ascendierender Infektionen eine Vasektomie durchgeführt wurde. Insgesamt konnten 10 Fälle untersucht werden. Das Alter der Patienten betrug 48,55,60,62,65,66,67,70,75 Jahre. Eine ascendierende Infektion hatte noch nicht stattgefunden. Im lichtmikroskopischen Bereich zeigte das Material ein normales Bild.

Zur lichtmikroskopischen Orientierung und Beurteilung günstiger Präparatstellen fertigten wir von den Mikropalblöcken

etwa 1  $\mu$  dicke Schnitte an und färbten mit einer 1-%igen wäßrigen GIEMSA-Lösung mit Boraxzusatz bei 60°C für 5 min.

### III. Befunde

Im lichtmikroskopischen Bild zeigt die pars libera des Ductus deferens ein sternförmiges Lumen. Die in das Lumen hineinragenden Falten bestehen sowohl aus Epithel als auch aus den bindegewebigen Anteilen der Lamina propria. Das Epithel ist zweireihig und setzt sich aus den langgestreckten zylindrischen Epithelzellen und den flachen bis kubischen Basalzellen zusammen. An einigen Stellen kommt der Cilienbesatz zur Darstellung. Parallel zum Epithel zieht eine deutliche bindegewebige Grenzschicht (lichtmikroskopische Basalmembran).

#### Cilientragende Zylinderzellen

Im elektronenmikroskopischen Bild sind diese Epithelzellen deutlich polar aufgebaut und werden von einer kontinuierlichen Zellmembran umgeben. Zum Lumen hin, also apikal, tragen sie einen Besatz von Stereocilien. Er wird gebildet von fingerförmigen oder seltener plattenförmigen Zellfortsätzen, die eine Länge von  $4\ \mu$  erreichen und miteinander anastomosieren können. Der Zellapex, von dem sie ausgehen, buckelt sich etwas in das Lumen vor, so daß manchmal die Stereocilien in Form eines Büschels von dieser Zellspitze ausgehen. Sie enthalten ein homogenes Material von mittlerer Elektronendichte, in dem bei höherer Auflösung dünne Filamente von etwa  $60\ \text{\AA}$  Dicke in Längsrichtung verlaufen. Eine besondere Struktur an der Basis, wie z.B. das Basalkörperchen der Kinocilien, läßt sich nicht nachweisen. Die begrenzende Zellmembran besteht bei höherer Auflösung aus 2 dunklen Lamellen von je  $25\text{-}30\ \text{\AA}$

Dicke, die eine hellere Zone ( $30 \text{ \AA}$ ) zwischen sich fassen (unit membrane). Dieser Aufbau der Zellmembran lässt sich an allen Stellen des Samenleiterepithels darstellen. Im Bereich der Stereocilien jedoch gelingt in manchen Bereichen noch zusätzlich ein flockiges Material von mittlerer Elektronendichte auf der äußeren Lamelle nachzuweisen, der sog. surface coat. An der Basis des Stereocilienbesatzes, also zwischen den einzelnen Fortsätzen, lassen sich Vesikulationsvorgänge nachweisen. Die Zellmembran stülpt sich hier nach innen in das Cytoplasma hinein und es entsteht so ein Vesikel, das sich schließlich abschnürt und dann frei im Cytoplasma liegt. Dieser Vorgang entspricht dem Bild der Pinocytose im elektronenmikroskopischen Sinne. Diese Bläschen lassen sich von ähnlichen Strukturen cytoplasmatischer Herkunft unterscheiden, da sie von einer typischen Doppelmembran (unit membrane) begrenzt werden. Außerdem liegt ihnen zum Cytoplasma hin eine schmale Verdichtungszone auf. Diese durch Vesikulation von der Zellmembran abgeschnürten Bläschen müssen deshalb als "coated vesicles" bezeichnet werden. Bei den cytoplasmatischen Bläschen fehlt die Verdichtungszone, die Membran ist etwas dünner und eine Doppelstruktur lässt sich nur selten nachweisen.

Die laterale Zellmembran hat im apikalen und mittleren Bereich einen fast gradlinigen Verlauf. Im basalen Abschnitt dagegen finden sich häufig Verzahnungen durch plattenförmige Fortsätze benachbarter Zellen, die sich ineinander schieben. An einigen Stellen können mehrere dieser Fortsätze nebeneinander liegen und so ein Membranpaket oder ein mäanderförmiges Muster

bilden. Zum Bindegewebe hin verläuft die basale Zellmembran entweder glatt oder stülpt sich in Form kleiner oder größerer Wurzelfüßchen vor.

Die Zellmembranen benachbarter Zellen verlaufen auf weiten Strecken parallel zueinander in einem Abstand von etwa 150 - 200 Å. Nur an einigen Stellen findet man kleine Erweiterungen der interzellulären Räume. Im apikalen Bereich jedoch, dort wo sich die Membranen benachbarter Zellen zuerst berühren, verschwindet dieser extrazelluläre Raum und die äußeren Lamellen der Zellmembranen verschmelzen auf einer Strecke von 1000 Å zu einer einzigen Linie. Diese besondere Kontaktform wird als Zonula occludens oder tight junction bezeichnet. Sie umzieht kontinuierlich den gesamten Zella Apex und entspricht dem Schlußleistennetz der alten Histologen. Basal von dieser Stelle kommt noch eine andere Kontaktform vor. Es handelt sich um sog. Desmosomen oder Maculae adhaerentes. Sie bestehen im Zylinderepithel des Ductus deferens aus kreisförmigen Plaques mit einem Durchmesser von 500 Å. Sie liegen einzeln oder selten einmal zu mehreren hintereinander. Im mittleren oder basalen Bereich ist ihre Zahl sehr gering. Allerdings lassen sie sich auch zwischen Zylinderzellen und Basalzellen nachweisen.

Die Zylinderzellen des Ductus deferens lassen sich aufgrund der Verteilung der Organellen in Analogie zu den Beschreibungen von HORSTMANN in verschiedene Abschnitte einteilen:

1. Basale Zone
2. infranukleäre Zone
3. Kernzone
4. supranukleäre Zone
5. apikale Zone

Die Breite des basalen Zellabschnittes schwankt beträchtlich. Die Zylinderzelle kann entweder nur mit einem dünnen Fortsatz von etwa 2000 Å Dicke zwischen den Basalzellen die Basalmembran erreichen, oder sie sitzt ohne basale Verjüngung mit ihrer normalen Breite dem Bindegewebe auf. Dieser Abschnitt enthält im allgemeinen nur wenig Zellorganellen: einzelne kleine ovale Mitochondrien vom Cristatyp, freie Ribosomen, nur wenige Hohlräume des endoplasmatischen Retikulums und Filamente (50 Å) isoliert oder in kleinen Bündeln. Daneben kommen aber einzelne basale Abschnitte der zylindrischen Epithelzellen vor, die große Mengen dicht gepackter kleiner Mitochondrien von runder oder ovaler Gestalt oder aber dunkle Granula enthalten. Diese ovalen Granula, die im Querschnitt rund sind, haben eine Länge von 500 - 2000 Å und eine Breite von 400 - 1000 Å. Sie sind von einer typischen Membran begrenzt und enthalten einen stark elektronendichten Inhalt. Zwischen Membran und elektronendichter Substanz verläuft eine helle Zone von 100 Å Breite.

Die infranukleäre Zone enthält unterschiedlich lange Hohlräume des endoplasmatischen Retikulums mit Ribosomenbesatz (rauhes eR), die häufig parallel zur Längsachse der Zellen angeordnet sind. Daneben kommen Tubuli und Vesikel des glatten eR vor. Auch hier wieder finden sich in manchen Zellen unterhalb des Kernes Gruppen dicht gedrängter Mitochondrien. Einzelne kleine Granula (s.o.) und auch einzelne große Granula, die im supranukleären Abschnitt beschrieben werden, werden beobachtet.

Auch im Kernabschnitt kommen tubuläre und vesikuläre Hohlräume des glatten und kurze Säcke des rauhen eR vor, freie Ribosomen, einzelne Mitochondrien und wenige große bzw. kleine Granula. Überraschend war die Feinstruktur der Kerne, die von einer doppelten Membran begrenzt werden. Zwischen ihnen liegt die perinukleäre Cysterne, die von 500 - 1000 Å breiten Poren durchbrochen wird. Hier geht die äußere in die innere Kernmembran über. Neben ovalen Kernen mit glatten Konturen finden sich zahlreiche Kerne von bizarrer Form, die tiefe Einstülpungen, Einbuchtungen, Ausstülpungen und Knospungen aufweisen. Durch die geringe Schnittdicke - 1 Kern von etwa 10 µ Durchmesser kann in 200 Schnitte, von je 500 Å Dicke zerlegt werden wird im elektronenmikroskopischen Bild oft der Eindruck einer Mehrkernigkeit oder Kernsegmentierung erweckt. Aus Serienschnitten ergibt sich aber, daß diese im Schnitt isoliert liegenden Teile zu einem einzigen, jedoch stark zerklüfteten Kern gehören. Die Verbindungsbrücken zwischen den einzelnen Kernteilen oder Segmenten können sehr dünn sein. An einzelnen Stellen beträgt hier der Raum zwischen den inneren Kernmembranen nur 500 - 700 Å. Die doppelte Kernmembran mit perinukleärer Cysterne zieht jedoch auch über diese dünnen Brücken kontinuierlich hinweg.

Auffällig ist ferner, besonders in den stark zerklüfteten Kernen, die Größe des Nukleolus. In einzelnen Kernen kann er einen Durchmesser von 5 µ erreichen. Er ist meistens rund und liegt der Kernmembran oder einer tiefen Einstülpung innen an. Häufig steht er durch unterschiedlich breite und lange

Ausläufer mit der Kernmembran in Verbindung. Im Innern finden sich Aufhellungszonen, die sog. Nukleolusvakuolen. Bei höherer Auflösung besteht der Nukleolus aus 150 Å großen Granula, die morphologisch den Ribosomen des Cytoplasmas entsprechen und aus parallel verlaufenden Filamenten von 60-80 Å Dicke. Diese kleinen Filamentbündel haben einen sehr unregelmäßigen Verlauf. Aus diesem Grunde sind sie immer nur auf kurzen Strecken zu- meist im Schrägschnitt im Bild zu verfolgen. Im übrigen Karyoplasma finden sich ebenfalls Anschnitte von Filamenten und Granula, die aber im Gegensatz zum Nukleolus sehr locker verteilt sind.

Neben dem Kern, vorwiegend aber in der supranukleären Zone, liegen gut ausgebildete Golgi-Apparate. Sie bestehen aus 4-7 flachen membranbegrenzten Säcken, die parallel gepackt sind und eine Länge von 0,5 bis 4 µ aufweisen. Im allgemeinen ist der Hohlraum etwa 500-1500 Å breit, an manchen Stellen kann er sich jedoch auch zu vakuoligen Gebilden aufblähen. Um dieses Golgi-Membranpaket herum liegt ein Hof aus zahlreichen 500 - 2000 Å großen Vesikeln und einzelnen elektronendichten Granula. Die begrenzenden Membranen des Golgi-Apparates sind doppelt konturiert (unit membrane). Die Golgi-Apparate (Membranpaket + Vesikelhof) sind häufig oberhalb des Kernes entweder zu dritt hufeisenförmig angeordnet oder ein großer Golgi-Komplex liegt halbkreisförmig gebogen mit der Öffnung zum Zellapex hin. Neben den Kernen verläuft er langgestreckt parallel zur Längsachse der Zelle. Im supranukleären Bereich kommen außerdem zahlreiche Hohlräume des rauhen und glatten ER vor. Das rauhe

eR liegt entweder unregelmäßig verstreut oder mehrere Hohlräume sind parallel zur Längsachse in der Peripherie der Zelle angeordnet. Die Tubuli und Vesikel des glatten eR füllen die Räume zwischen den übrigen Organellen aus. Die runden oder ovalen Mitochondrien liegen meistens locker verteilt in diesem Zellgebiet. In einzelnen Zellen fallen aber große Mitochondrien auf, die eine Länge von 5  $\mu$  erreichen können und ebenfalls parallel zur Längsachse in der Zellperipherie angeordnet sind. Einige andere Zellen enthalten die schon in den basalen Teilen beschriebenen dichtgepackten Mitochondrienhaufen.

Ein charakteristisches Kennzeichen der supranukleären Zone sind die 0,2 bis 0,8  $\mu$  großen elektronendichten Granula. Sie haben eine runde, ovale oder angedeutet polygonale Form und enthalten eine dichtgepackte feingranuläre Substanz. In einzelnen Granula finden sich runde Aufhellungszonen, die aus einem homogenen, nur schwach elektronendichten Material bestehen. Liegen sie an der Granulaperipherie, können sie die begrenzende Membran höckerförmig nach außen vorbuckeln. Die Membran ist deutlich darstellbar, da sie vom dichten Inhalt durch eine 100 Å breite helle Zone getrennt ist. In der Umgebung des Golgi-Apparates finden sich die typischen kleinen Golgi-Granula und auch die kleinen Formen dieser eben beschriebenen großen Granula. Aus zahlreichen elektronenmikroskopischen Bildern läßt sich eine Wachstumsreihe mit allen Übergangsformen von sehr kleinen bis zu den großen Granula konstruieren. Daneben kommen einzelne Zellen vor, die

eine große Zahl kleiner, runder, ovaler oder sanduhrförmiger Granula im supranukleären Bereich enthalten. Eine derartige Anhäufung dieser Granulaform fand sich auch in manchen basalen Abschnitten der Zellen. Wenn typische kleine oder große Granula in Gruppen nebeneinander liegen, ist man versucht, zwei Granulaformen morphologisch zu trennen. Jedoch kommen zweifellos ebenfalls Übergangsformen vor.

Auch in der apikalen Zone kommen die großen Granula vor. Jedoch fällt auf, daß in manchen Zellen diese Granula bis dicht an die apikale Zellmembran herangeschoben sind (Basis des Stereocilienbesatzes), während in vielen anderen Zellen hier eine mehrere Mikron breite granulafreie Zone vorhanden ist. In diesem Bereich sind auch nur noch wenig Hohlräume des glatten eR zu finden. Direkt unterhalb der Stereocilienbasis fehlen dann Organellen völlig und nur einzelne "coated vesicles" kommen vor. Ausschleusungsvorgänge der Granula in das Lumen sind nur sehr selten mit genügender Sicherheit zu erfassen. Typische Granula ohne Membranbegrenzung konnten jedoch frei im Lumen gefunden werden, so daß eine Granulaausstoßung in toto damit bewiesen ist.

### Basalzellen

Die Basalzellen sitzen der Basalmembran einzeln oder zu mehreren nebeneinanderliegend breitbasig oder kubisch auf. Dünne Fortsätze der zylindrischen Epithelzellen erreichen dazwischen die Basalmembran. Nur einzelne ovale Basalzellen drängen sich etwas weiter zwischen den Zylinderzellen zum

Lumen hin vor, ohne es jedoch zu erreichen. Auf Übersichtsbildern fällt auf, daß die Basalzellen weniger elektronendicht, also heller erscheinen. Das beruht einmal auf dem geringeren Gehalt an Zellorganellen, andererseits scheint aber auch das unstrukturierte Grundcytoplasma weniger dicht zu sein. Die Zellmembran hat einen überwiegend glatten Verlauf, jedoch kommen auch einige Verzahnungen untereinander oder mit den Zylinderzellen vor. Desmosomen zu den Zylinderzellen können beobachtet werden, Zonulae occludentes dagegen nicht. Der Kern ist rund und oval mit nur kurzen cytoplasmatischen Einstülpungen. Während das Karyoplasma der Zylinderzellen locker verteilt ist und auf Übersichten fast homogen erscheint, findet sich hier eine deutliche Verdichtung des Chromatins in der Peripherie (Randchromatin) und Plaques, die unregelmäßig über den Kern verstreut sind. Der Nukleolus ist klein und deshalb in vielen Schnitten nicht getroffen. - Auffällig ist das Fehlen von Membranen des eR im Cytoplasma. Auch ein Golgi-Apparat konnte nicht nachgewiesen werden. Die runden bis ovalen Mitochondrien vom Cristatyp sind jedoch reichlich vorhanden. In einigen Zellen kommen sie sogar in dicht gepackten Haufen vor, ähnlich wie in einigen Zylinderzellen. Einige freie Ribosomen und kleine Bündel dünner Filamente von 50 Å Dicke können beobachtet werden. Manche Zellen enthalten diese Filamentbündel in größerer Menge.

Ein typisches Kennzeichen der Basalzellen sind die zahlreichen polymorphen Einschlüsse, die eine beträchtliche Größe erreichen

können. Es kommen einmal bis zu  $6\ \mu$  große annähernd runde Gebilde vor, die einen homogenen Inhalt von mittlerer Elektronendichte haben und als Neutralfett-Tropfen anzusehen sind. Sie können vakuolig aufgehellte sein. Häufig werden sie kontinuierlich oder nur halbmondförmig von einem Saum aus feingranulärem elektronendichten Material umgeben. Oft sitzen ihnen auch traubig konturierte dunkle Massen auf oder kleine runde Granula sind angelagert. Dieser Einschlusstyp enthält fein- und grobgranuläres Material, Membranstrukturen und Filamente. Manchmal liegen sie dicht gedrängt polartig supra- oder infranukleär und nehmen große Areale des Cytoplasmas ein.

#### Basalmembran

Die basale Zellmembran der Zylinder- und Basalzellen sitzt in einem Abstand von  $200\ \text{\AA}$  einer Basalmembran auf, die alle Bewegungen dieser Zellen (Fortsätze, Wurzelfüßchen) mitmacht. Sie besteht bei niedriger Vergrößerung aus einer homogenen Lamelle. Bei sehr hoher Auflösung zeigt sich ein feines Netzwerk verflochtener Filamente, die in einer zarten homogenen Matrix eingebettet sind. Diese bindegewebige Verdichtungszone besteht entweder nur aus einer Lamelle, deren Dicke von  $0,03$  bis  $0,2\ \mu$  schwanken kann, oder aber mehrere  $500\ \text{\AA}$  dicke Lamellen laufen im wechselnden Abstand und auch streckenweise zusammenfließend parallel nebeneinander her. Zum Bindegewebe hin liegt dann eine Zone, die locker gepackte, unregelmäßig verlaufende, etwa  $300\ \text{\AA}$  dicke Fibrillen mit typischer Querstreifung enthält. Schließlich folgen flache, plattenförmige Ausläufer von Fibrocyten, die annähernd parallel zur Basalmembran verlaufen.

#### IV. Diskussion

Das elektronenmikroskopische Bild des Ductus deferens-Epithels der pars libera zeigt bis auf kleine Einzelheiten eine große Ähnlichkeit mit dem Epithel des Nebenhodens (FÄHRMANN und SCHUCHARDT 1966, FERNER et al. 1968; HOLSTEIN 1967, SCHMIDT 1964, HORSTMANN 1962, SIMAR und LEMAIRE 1966). In beiden Epithelformationen finden sich zylindrische Zellen mit einem Stereocilienbesatz und unregelmäßig verstreut eine große Zahl von Basalzellen. Ähnlich wie im Nebenhoden können die zylindrischen Samenleiterepithelien aufgrund der elektronenmikroskopischen Befunde in verschiedene Zonen eingeteilt werden: die basale, die infranukleäre, die Kernzone, die supranukleäre und die apikale Zone. Damit kann die histologische Vorstellung bestätigt werden, daß sich das Epithel des Ductus epididymis ohne deutliche Grenze in den Ductus deferens hinein fortsetzt. Dieses Verhalten ist durchaus verständlich, da beide Teile des Gangsystems einen gemeinsamen Ursprung haben, den WOLFF'schen Gang.

Die Zylinderzellen im menschlichen Ductus deferens zeigen eine erstaunliche morphologische Vielfalt. Sie enthalten eine Fülle von Zellorganellen und nur elektronenmikroskopisch faßbare Strukturen, die das relativ gleichmäßige lichtmikroskopische Bild nicht erkennen läßt. Dieser Reichtum an den verschiedensten Organellen muß zu dem allgemeinen Schluß führen, daß die Zylinderzellen einen sehr aktiven Stoffwechsel haben und damit in der Lage sind, bestimmte Funktionen zu erfüllen, die eine höhere morphologische Differenzierung des Cytoplasmas voraussetzen.

Eine rein mechanische Aufgabe allein zur Auskleidung des Ganges ist aus diesem Grunde wenig wahrscheinlich. Vielmehr läßt der Zellaufbau in Analogie zu Untersuchungen an anderen Zellen den Schluß zu, daß diese Zellen sowohl resorptive (Pinocytose-Phagocytose) als auch sekretorische Leistungen durchführen können.

Das elektronenmikroskopische Substrat der Synthese und Sekretion von Protein, Fetten und Mukopolysacchariden konnte in den letzten Jahren erarbeitet werden (JAMIESON et al. 1965, JONES et al. 1966, MERKER 1964, 1968; PORTER 1964, SCHWARZ 1964): - Die Sekretproteine werden unter Vermittlung der Ribosomen des rauhen eR an den messenger-RNS-Fäden aus Aminosäuren gebildet. Das Syntheseprodukt wird dann in die Hohlräume des rauhen eR eingebracht und in seltenen Fällen von hier direkt durch Öffnung nach außen in den extrazellulären Raum abgegeben. Meistens wird aber das Protein durch Vesikelfluß, also Abschnürung von Bläschen vom eR, Wanderung und erneute Verschmelzung in den Golgi-Apparat eingeschleust. Hier wird das zur Sekretion bestimmte Protein in kleinen Granula abgepackt, die schließlich zu den großen typischen Sekretgranula zusammenfließen. Bei der Sekretabgabe verschmilzt die begrenzen<sup>de</sup> Membran des Granulums mit der apikalen Zellmembran und platzt an dieser Stelle. Während so der Granulainhalt ohne Unterbrechung der Zellmembrankontinuität nach außen gelangt, wird die Granulamembran in die Zellmembran eingebaut. Eine proteinsezernierende Zelle zeichnet sich also aus durch das Vorkommen von viel rauhem eR, einem großen oder mehreren kleinen Golgi-Apparaten, Sekretionsgranula und Sekretionsvorgängen. Alle diese morphologischen Zeichen einer

Sekretion sind aber auch im Zylinderepithel der pars libera des Samenleiters zu beobachten. Es muß also angenommen werden, daß diese Zellen ein Sekret mit Proteincharakter abgeben. Dafür spricht auch die Elektronendichte und der feingranuläre Aufbau des Granulainhaltes. Sekretgranula, die vorwiegend Mukopolysaccharide enthalten, sind dagegen aufgelockert wabig gebaut (MERKER 1967). Fett (z.B. Chylomikronen) ist weniger elektronendicht und sehr homogen. Die Ausschleusung der Granula aus dem supranukleären und apikalen Bereich ist nicht immer deutlich elektronenmikroskopisch zu erfassen. Dieses Verhalten hat verschiedene Ursachen. Einmal löst sich der Inhalt der meisten dichten Sekretgranula sofort nach der Öffnung nach außen auf und wird dadurch weniger dicht und damit schlechter nachweisbar. Außerdem muß angenommen werden, daß die Synthese und die Ausstoßung der Sekrete nicht immer synchron verlaufen. Die Zelle hat also einen Mechanismus, der die Sekretion unabhängig von der Synthese steuern kann. Dieser Mechanismus muß in den apikalen Zellteil lokalisiert werden und wird offenbar über eine Gel-Solumentwandlung des Cytoplasmas wirksam. In vielen Zellen findet sich apikal ein granulafreier Raum, in dem kleine Filamentbündel vorkommen können. Diese Zone ist dann gelartig umgewandelt, die Sekretgranula können deshalb nicht frei wandern und mit der apikalen Zellmembran in Berührung kommen. Beginnt eine Zelle ihr Sekret auszustoßen, so muß das Gefüge dieser apikalen Zone aufgelöst werden, das Cytoplasma wird solartig und die Sekretgranula erreichen ungehindert den Apex. Während der Fixierung durchläuft nun die Zelle einen Reizzustand ehe

genügend Fixierungsmittel herandiffundiert ist. Während dieser Zeit stoppt offenbar die Zelle die Sekretion. In vielen elektronenmikroskopischen Bildern läßt sich daher die granulafreie apikale Zone darstellen. Das Vorkommen von typischen Sekretgranula im Lumen und der Aufbau des Cytoplasmas beweist aber, daß hier trotzdem eine merokrine Sekretion abläuft (BARGMANN, 1961)

In den zylindrischen Epithelzellen der pars libera des Ductus deferens kommt neben dem rauhen eR noch eine andere Form des endoplasmatischen Retikulums vor, das glatte eR. Diese membranbegrenzten Hohlräume tragen keinen Ribosomenbesatz und haben eine tubuläre oder vesikuläre Gestalt. Das glatte eR ist vorwiegend in der Kernzone im supranukleären und apikalen Bereich lokalisiert. Die Funktion dieses Zellorganelles war lange unklar. In jüngster Zeit konnte jedoch gezeigt werden, daß die Membranen des glatten eR als Trägermembranen anzusehen sind, auf denen Enzyme mehr oder weniger geordnet aufsitzen (DALLNER et al. 1968, JONES et al. 1966, MERKER 1968, REMMER u. MERKER 1963). Durch diese vergleichenden elektronenmikroskopisch-biochemischen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß Enzyme für folgende Stoffwechselvorgänge hier lokalisiert sind:

1. Kohlehydratstoffwechsel (z.B. Glucose-6-phosphatasen)
2. Fettsynthese
3. Cholesterin- und Steroidsynthese
4. Arzneimittel- und Steroidabbau.

Über einen besonders hohen Kohlehydratstoffwechsel und einen Arzneimittelabbau in diesem Epithelverband ist nichts bekannt. Derartige Vorgänge sind auch wenig wahrscheinlich. Zweifellos können aber die geschilderten, sehr elektronendichten Sekretgranula Lipide enthalten. Ihre Synthese müßte dann in das glatte

endoplasmatische Retikulum verlegt werden. Interessant sind aber Beziehungen des glatten eR zu den Steroiden. In diesem Epithel geht zwar keine Synthese, aber möglicherweise ein Um- und Abbau von Steroiden vor sich. Derartige Vorgänge konnten bereits im Epithel des Ductus deferens nachgewiesen werden (GADEY et al. 1966). Hier ist also die Elektronenmikroskopie in der Lage, Hinweise für ein gezieltes biochemisches Arbeiten zu geben.

Neben einer merokrinen Sekretion aus den Zylinderzellen der pars libera des Ductus deferens kommt zweifellos auch noch eine apokrine Sekretion vor. Einige Stereocilienabschnitte blähen sich auf und schnüren sich schließlich ab. Auch größere Areale des apikalen Cytoplasmas können in dieser Weise in das Lumen abgestoßen werden. Die chemische Zusammensetzung und Aufgabe des endgültigen Sekretes (mero- und apokrin) ist noch unklar. Es liegt nahe, hier eine Beimengung zur Samenflüssigkeit zu vermuten, deren genaue Bedeutung jedoch noch unbekannt ist.

Nebenher läuft noch eine Substanzbewegung in umgekehrter Richtung, die Zylinderzellen phagocytieren. Das Ausmaß dieser Stoffaufnahme kann nicht sicher abgeschätzt werden, da für diesen Zweck mit elektronenmikroskopisch sichtbaren Substanzen (z.B. Ferritin) gearbeitet werden müßte. Das morphologische Substrat dieser Phagocytosevorgänge sind die "coated vesicles" in fertigem Zustand und während der Bildung (ROTH und PORTER, 1965). Diese Bläschen zeichnen sich durch den besonderen Aufbau ihrer Umhüllung aus. Während es bei einer Vielzahl von cytoplasmatischen Vesikeln nur schwer gelingt, die doppelte Struktur einer

"unit membrane" darzustellen, wird diese Membranstruktur bei pinocytotischen Bläschen schon bei mittlerer Vergrößerung deutlich. Bei den "coated vesicles", die für die phagocytotische Aufnahme von Eiweißen verantwortlich gemacht werden, liegt innerhalb und außerhalb der begrenzenden Membran zusätzlich noch ein Saum einer elektronendichten Substanz. Das Vorkommen und die Entstehung dieser Strukturen in den Zylinderzellen beweist eine phagocytotische Fähigkeit und Tätigkeit (FRIEND und FARQUHAR 1967).

Ein morphologisches Kennzeichen der Zylinderzellen sowohl im Nebenhoden als auch in der pars libera des Ductus deferens ist die zerklüftete Gestalt der Kerne, große Nucleoli und Kerneinschlüsse. Das Vorkommen der großen Nucleoli ist durchaus verständlich, wenn die offenbar hohe Syntheserate des Sekretionsproduktes berücksichtigt wird. Über den Nucleolus wird die im Kern gebildete RNS in das Cytoplasma ausgeschleust, wo sie dann eine Schlüsselrolle bei der Proteinsynthese spielen. Alle Zellen mit einer hohen Eiweiß-Syntheserate zeichnen sich deshalb durch einen großen Nucleolus aus (Lit. siehe GRANBOULAN und GRANBOULAN 1965; BERNHARD 1961; ALTMANN 1955, 1957). Auch die Unregelmäßigkeit der Kernkontur mit sehr tiefen Einstülpungen des Cytoplasmas in den Kern konnten in diesem Sinne gedeutet werden. Zweifellos wird die Austauschfläche zwischen Kern und Cytoplasma durch dieses Verhalten stark vergrößert. Leider gilt das aber nicht für die Kerne aller Gewebe. So finden sich z.B. in hochaktiven Leber- oder Pankreaszellen vorwiegend runde Kerne ohne Einstülpungen, während dagegen für manche Tumorformen die Kerneinstülpungen charakteristisch sind (BERNHARD 1959, 1961; BERNHARD und

BERNHARD und GRANBOULAN 1963; BUSCH und MERKER 1968; YASUZUMI et al. 1968). Es kommt also sicher noch eine gewebseigene Komponente bei der Ausprägung dieser Kernform zur Wirkung. -

Die für das Epithel des Nebenhodens und der pars libera typischen Kerneinschlüsse sind zweifellos die Folge des unregelmäßigen Kernmembranverlaufes. Seit den überzeugenden Untersuchungen von THOENNES (1964) muß angenommen werden, daß in den tiefen Cytoplasmataschen innerhalb des Kernes leicht Fett entsteht. Diese Abschnitte schnüren sich ab und liegen dann isoliert im Karyoplasma. Schließlich lösen sich die begrenzenden Membranen auf und die Cytoplasmabestandteile, besonders die Fettropfen liegen frei im Kern. Aus dieser Entwicklung ist es verständlich, daß Einschlüsse gefunden werden, die noch beide Kernmembranen mit perinukleärer Cysterne zeigen, sowie andere, die nur noch von einer Membran abgegrenzt werden oder sogar völlig frei vorkommen. - Auch dieses Verhalten der Kerne weist auf die enge entwicklungsgeschichtliche Verwandtschaft zwischen Epithel des Nebenhodens und der pars libera des Ductus deferens hin, da diese charakteristischen Einschlüsse in beiden Epithelformationen gefunden werden.

Zwei weitere cytologische Besonderheiten müssen hier noch erwähnt werden, deren funktionelle Bedeutung allerdings nicht sicher bekannt ist: Die dichtgedrängten Mitochondrienhaufen und die große Zahl kleiner elektronendichter Granula in den basalen Abschnitten der Zylinderzellen. - Derartig zahlreiche Mitochondrien vom Cristatyp sind bis jetzt in den Zelltypen gefunden worden, die einen hohen Energieverbrauch zum aktiven Transport oder zur muskulären Kontraktion benötigen.

Das Vorkommen solcher Vorgänge im Epithel des Ductus deferens ist wenig wahrscheinlich, so daß eine funktionelle Klärung dieses Befundes nicht gelingt. - Bei den Anhäufungen elektronendichter Granula konnte es sich in Analogie zu anderen Zellarten zunächst einmal um primäre Lysosomen handeln. Möglicherweise haben sie neben der Sekretbereitung (SMITH et al. 1966) noch andere Aufgaben. Dafür sprechen ihre große Zahl und basale Lage. Dieses Bild findet sich normalerweise nicht in sezernierenden Zellen. Eine gewisse morphologische Ähnlichkeit weisen die kleinen elektronendichten Granula auf mit den Granula, die biogene Amine anhalten. Für diese Deutung liegen jedoch keinerlei Hinweise aus der Lichtmikroskopie oder Physiologie vor.

Die Funktion der Basalzellen bleibt auch nach ihrer Darstellung im Elektronenmikroskop unklar. Hauptsächlich könnten ihnen zwei Aufgaben zugeschrieben werden: Kontraktion (myoepitheliale Zelle) oder Proliferation (als Stammzelle für die Zylinderzellen). Für die erste Möglichkeit spricht das Vorkommen von Filamentbündeln und ihre Ähnlichkeit in Form und Lokalisation mit anderen Myoepithelien. Die große Zahl elektronendichter Einschlüsse paßt jedoch nicht in dieses Bild. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß es sich meistens um ältere Patienten mit urologischen Krankheiten handelt, bei denen das normale Bild, wie es von Laboratoriumstieren her bekannt ist, abgewandelt ist. Die Morphologie dieser Einschlüsse könnte in diesem Sinne gedeutet werden. Sie entspricht den Restkörpern (residual bodies) in anderen Zelltypen, aus denen schließlich typische Lipofuseingranula hervorgehen können. Die Restkörper könnten

bei der Einschmelzung des kontraktiven Materials und anderer Zellorganellen bei Funktionseinschränkung entstehen. - Übergangsformen zwischen Basalzellen und Zylinderzellen konnten wir nicht mit genügender Sicherheit darstellen. Aber auch hier muß die besondere Situation der Patienten (Prostata hypertrophie und Alter) berücksichtigt werden, die zweifellos die Epithelregeneration beeinflussen kann. Zur endgültigen Klärung des Problems müßten andere Methoden (Autoradiographie) herangezogen werden.

#### Zusammenfassung

Das Epithel der pars libera des Ductus deferens von 10 Patienten im Alter von 48 bis 75 Jahren wurde elektronenmikroskopisch untersucht. Die durch lichtmikroskopische Untersuchungen begründete Vorstellung von zweireihigem Aufbau aus Zylinderzellen mit einem Stereocilienbesatz und Basalzellen konnte bestätigt werden. Darüber hinaus bieten diese Epithelzellen im Elektronenmikroskop ein außerordentlich vielgestaltiges Bild (mitochondrien- und granulareiche Zellen). Sie enthalten eine Fülle von Zellorganellen, was für eine hohe Stoffwechselleistung und einen hohen Differenzierungsgrad spricht. Das Ablaufen zahlreicher pinocytotischer Vesikulationsprozesse an der apikalen Zellmembran weist auf eine resorptive Funktion hin. Das Vorkommen von glattem und rauhem eR, großer Golgi-Apparate und Sekretgranula spricht für Synthese- und Sekretionsleistungen. Typisch für Zylinderzellen sind bizarr geformte Kerne mit großen Nukleoli und zahlreichen membranbegrenzten oder freien Kerneinschlüssen aus Lipidtropfen oder anderen Cytoplasmabestandteilen. -

Die Zylinderzellen kleiden nicht nur rein mechanisch den Ductus deferens aus, sondern beteiligen sich aktiv durch Resorption und Sekretion an der endgültigen Zusammensetzung des Ejakulates.

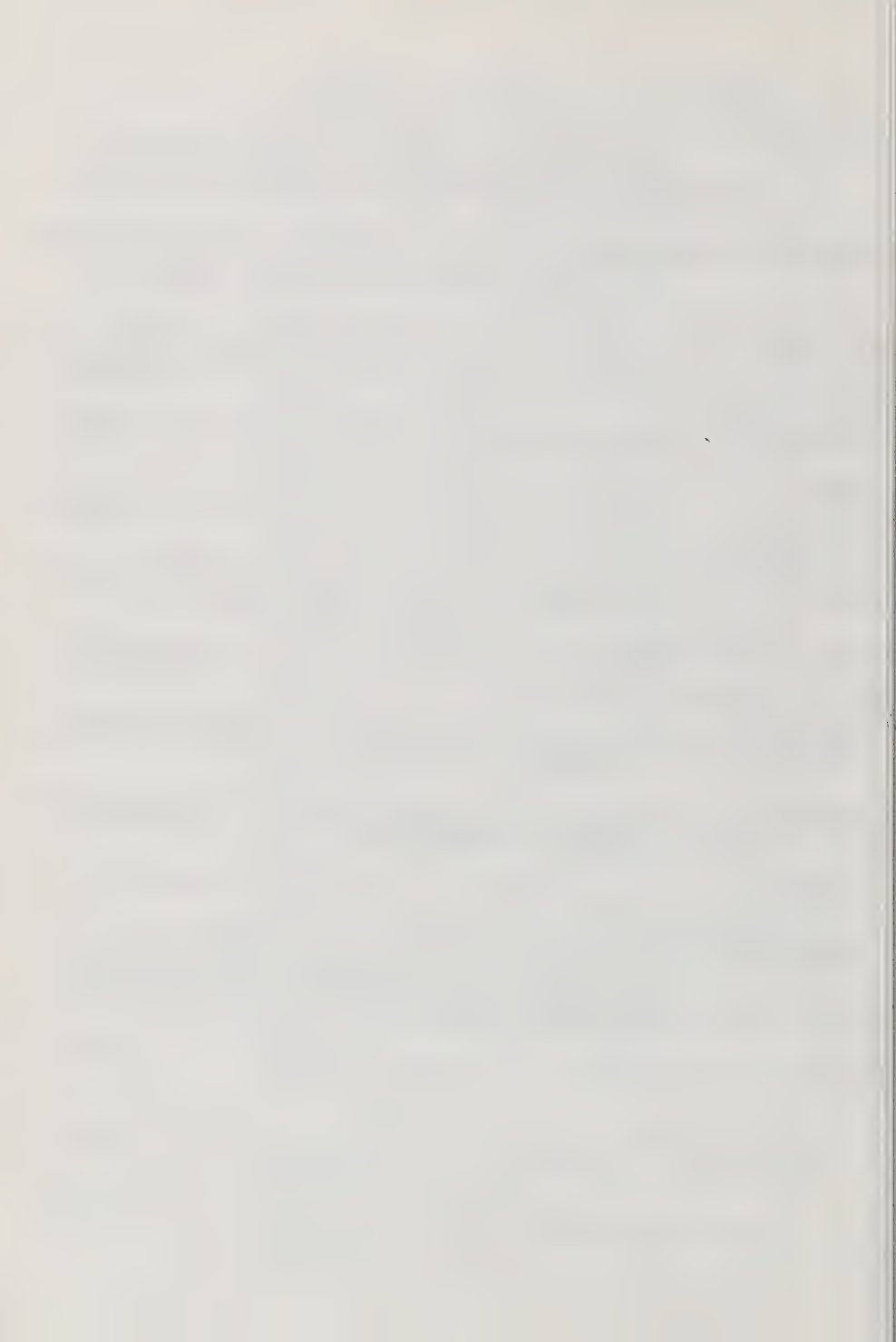
Das morphologische Kennzeichen der Basalzellen sind neben der typischen Lokalisation polymorphe Einschlüsse und Filamentbündel. Ihre Funktion als Myoeithelzellen oder als Stammzellen für die Zylinderzellen wird diskutiert, kann jedoch nicht sicher abgegrenzt werden.

## Literatur

- AIGNER, A.: Über das Epithel im Nebenhoden und seine sekretorische Tätigkeit. S.B.Akad.Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 101, Abt.III, 555 (1900)
- ALTMANN, H.-W.: Zur Morphologie der Wechselwirkung von Kern und Cytoplasma. Klin.Wschr. 33, 306-314 (1955)
- : Allgemeine Morphologie der Zelle. In: Hdb.gesamte Hämatologie, 2.Aufl.Bd.1, S.85-128. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien, 1957
- BARGMANN, W.: Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen G.Thieme Verl. Stuttgart, 1967
- ; K.FLEISCHHAUER und A.KNOOP: Über die Morphologie der Milchsekretion. II. Zugleich eine Kritik am Schema der Sekretionsmorphologie. Z.Zellforsch. 53, 545-568 (1961)
- BERNHARD, W.: Ultrastructural aspects of nucleocytoplasmic relationship. Exp.Cell Res. 6, Suppl., 17-50 (1959)
- : Elektronenmikroskopischer Beitrag zum Studium der Kanzerisierung und der malignen Zustände der Zelle. Verh.Dt.Ges.Pathol. 45, 8-37 (1961)
- ; N.GRANBOULAN: The fine structure of the cancer cell nucleus. Exp.Cell Res. Suppl.2, 19-53 (1963)
- BUSCH, W. und H.J.MERKER: Elektronenmikroskopische Untersuchungen an menschlichen Mammacarcinomen. Virch.Arch.Abt.A 344, 356-371 (1968)
- DALLNER, G.; A.BERGSTRAND and R.NILSSON: Heterogeneity of rough-surfaced liver microsomal membranes of adult, phenobarbital-treated, and newborn rats. J.Cell Biol. 38, 257-276 (1968)
- FÄHRMANN, W. und E.SCHUCHARDT: Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen am Nebenhodengangepithel der Ratte vor und nach der Geschlechtsreife. Z.mikrosk.-anat. Forsch. 74, 337-362 (1966)
- FERNER, H.; A.GISEL; H.v.HAYEK und W.KRAUSE: Die Anatomie der Harn- und Geschlechtsorgane. In: Hdb.d.Urologie Bd.1 Anatomie und Embryologie. Springer-Verl. Berlin-Heidelberg-New York, im Druck
- FRIEND, D.S. and M.G.FARQUHAR: Functions of coated vesicles during protein absorption in the rat vas deferens. J.Cell Biol. 35, 357-376 (1967)
- GADEY, J.; A.H.BAILLIE and M.M.FERGUSON: Histochemical utilization of hydroxy-steroids by the hamster epididymis. Histochemie 7, 211-217 (1966)

- GRANBOULAN, N. and P. GRANBOULAN: Cytochimie ultrastructurale du nucléole. II. Etudes des sites de synthèse du RNA dans le nucléole et le noyau. *Exp. Cell Res.* 38, 604-619 - (1965)
- HAMMAR, J. A.: Über Sekretionserscheinungen im Nebenhoden des Hundes. *Arch. Anat. Entw.-gesch.* 1897, Suppl. 1-24
- HEIDENHAIN, M. und F. WERNER: Über die Epithelien des Corpus epididymis beim Menschen. *Z. Anat. Entw.-gesch.* 72, 556-668 (1924)
- HOLSTEIN, A. F.: Spermiophagen im Nebenhoden des Menschen. *Naturwissenschaften* 54, 98-99 (1967)
- HORSTMANN, E.: Elektronenmikroskopie des menschlichen Nebenhodenepithels. *Z. Zellforsch.* 57, 692-718 (1962)
- JAMIESON, J. D. and G. E. PALADE: Intracellular transport of newly synthesized proteins in the exocrine pancreas. *J. Cell Biol.* 27, 47 A (1965)
- JONES, A. and D. W. FAWCETT: Hypertrophy of the agranular endoplasmic reticulum in Hamster liver induced by Phenobarbital. *J. Histochem. Cytochem.* 14, 215-232 (1966)
- LADMAN, A. J. and W. YOUNG: An electron microscopic study of the ductuli efferentes and rete testis of the guinea pig. *J. biophys. biochem. Cytol.* 4, 219-226 (1958)
- MANEELY, R. B.: Epididymal structure and function: a historical and critical review. *Acta Zool. (Stockh.)* 40, 1-21 (1959)
- MERKER, H. J.: Die Veränderungen der Rattenvagina im Zyklus und unter experimentellen Bedingungen. *Habil. Schrift Freie Universität Berlin* 1964
- MERKER, H. J.: Das elektronenmikroskopische Bild der Schleimsekretion in der Nasenhöhle und ihre Beeinflussung durch Bisolvon. *Dt. Med. J.* 18, 552-559 (1967)
- : Die Gestagene. Synthese, Wirkung und Abbau der Gestagene im elektronenmikroskopischen Bild. In: *Hdb. Exp. Pharmakologie Bd. VII/2*. Springer-Verlag im Druck
- NICANDER, L. and B. SCHANTZ: On the ultrastructure of the glandular epithelium of the ampulla ductus deferentis in rabbits. *Acta morph. neerl.-scand.* 4, 172-179 (1961)
- NIEMI, M.: The fine structure and histochemistry of the epithelial cells of the rat vas deferens. *Acta Anat.* 60, 207-219 (1965)
- PORTER, K. R.: Cell fine structure and biosynthesis of intercellular macromolecules. *Biophys. J.* 4, (Suppl.), 167-201 (1964)
- REDENZ, E.: Ein Versuch einer biologischen Morphologie des Nebenhodens. *Roux' Arch. Entw.-Mech. Org.* 103, 593-628 (1924)

- REDENZ, E.: Der Nebenhoden als morphologisches Problem. II. Die Bedeutung der Elektrolytresorption für die Beweglichkeit der Spermien. Anat.Anz. (Erg.H.) 60, 180-189 (1925)
- REMMER, H. und H.J.MERKER: Enzyminduktion und Vermehrung von endoplasmatischem Retikulum in der Leberzelle während der Behandlung mit Phenobarbital. Klin. Wschr. 41, 276-281 (1963)
- RICHARDSON, K.C.: The fine structure of autonomic nerve endings in smooth muscle of the rat vas deferens. J.Anat. 96, 427-442 (1962).
- SCHWARZ, W.: Fibrillogenese und Bildung der elastischen Fasern. Arch.Biol.(Liège) 75, 369-370 (1964)
- SCHMIDT, F.C.: Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen am menschlichen Hoden und Nebenhoden. Z.Zellforsch 63, 707-727 (1964)
- SMITH, R. and M.G.FARQUHAR: Lysosome function in the regulation of the secretory process in cells of the anterior pituitary gland. J.Cell Biol. 31, 319-347 (1966)
- SIMAR, L. et R.LEMAIRE: Étude ultrastructurale des inclusions nucléaires de l'épididyme du chien. C.R.Acad.Sci. 262, 1455-1457 (1966)
- STEINER, H.: Über das Epithel der Ausführungsgänge der größeren Drüsen des Menschen. Arch. mikr.Anat. 40, 484-497 (1892)
- STIEVE, H.: Männliche Genitalorgane. In: Hdb.Mikrosk.Anat.des Menschen (hrsg.v.W.v.MÖLLENDORFF) Bd. VII/2. Springer Verl. Berlin 1930
- THOENES, W.: Fett im Nukleolus. J.Ultrastr.Res. 10, 194-206 (1964)
- YASUZUMI, G.; I.TSUBO; K.OKADA; A.TERAWAKI and Y.ENOMOTO: The fine structure of nuclei as revealed by electron microscopy V. Intranuclear inclusion bodies in hepatic parenchymal cells in cases of serum hepatitis. J.Ultrastructure 23, 321-332 (1968)



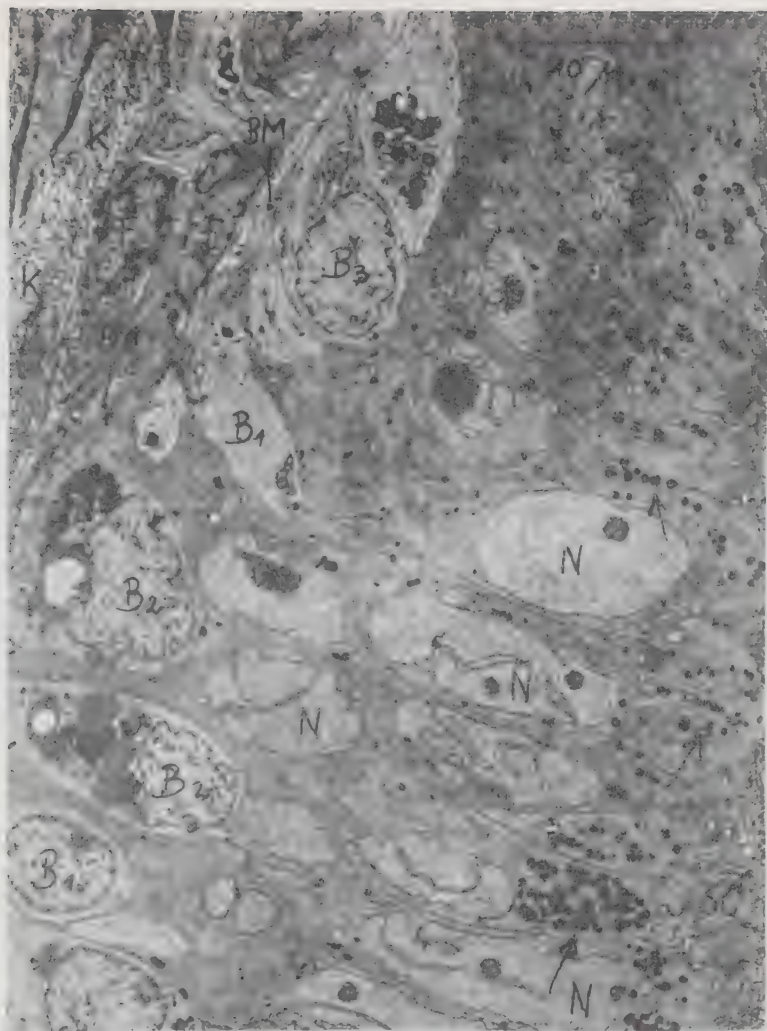


Abb. 1

Übersichtsbild vom Epithel des Ductus deferens eines 55-jährigen Mannes. Zylindrische Epithelzellen mit einem apikalen Stereocilienbesatz und schmalen basalen Fortsätzen (x) zur Basalmembran (BM). Nuklei stark eingekerbt (N) und mit großen Nukleoli (\*). An der Basis hellere Basalzellen mit wenig Zellorganellen (B<sub>1</sub>), mit vielen Einschlüssen (B<sub>2</sub>) oder mit vielen Mitochondrien (B<sub>3</sub>). Apikal zahlreiche elektronendichte Granula (!). BM = Basalmembran, F = Fibrozyten, K = kollagene Fibrillen.

Vergr. 1 : 4000

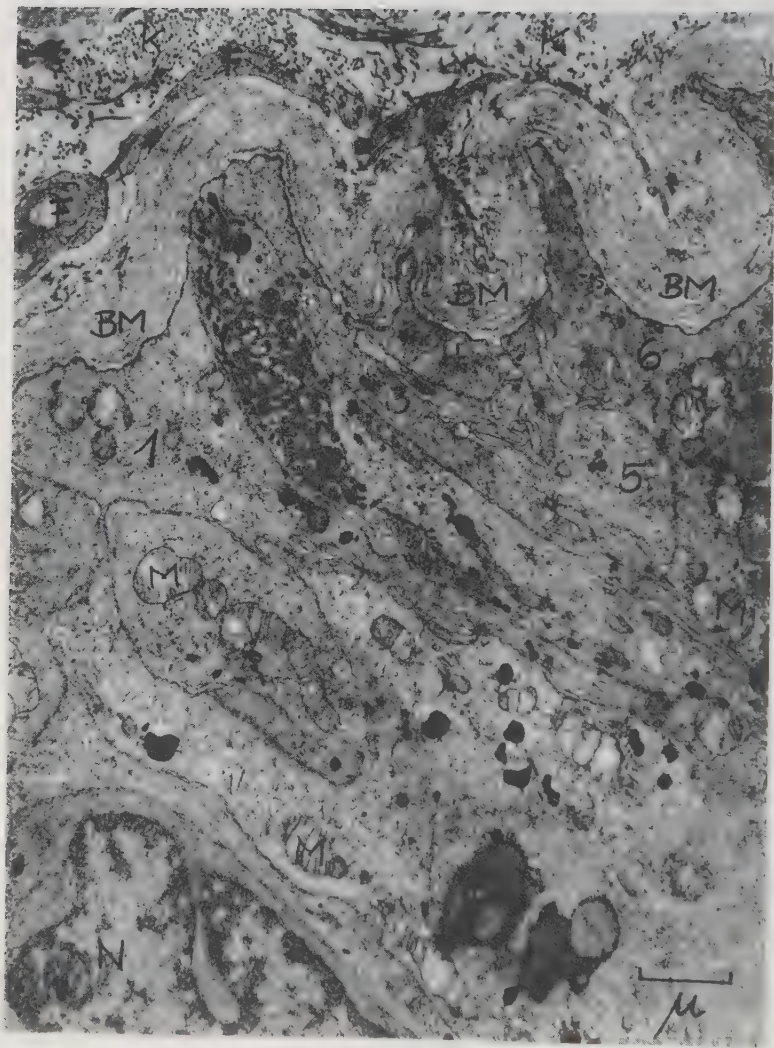


Abb. 2

Basaler Teil des Ductus deferens-Epithels eines 67-jährigen Mannes. Zahlreiche schmale Fortsätze der Zylinderzellen (B. 1-6). In 2 kleine runde bis ovale stark elektronendichte Einschlüsse. Lamelläre Verdickung der Basalmembran (BM). F = Fibrozytenfortsätze, K = kollagene Fibrillen, M = Mitochondrien, N = Nuklei.

Vergr. 1 : 20500

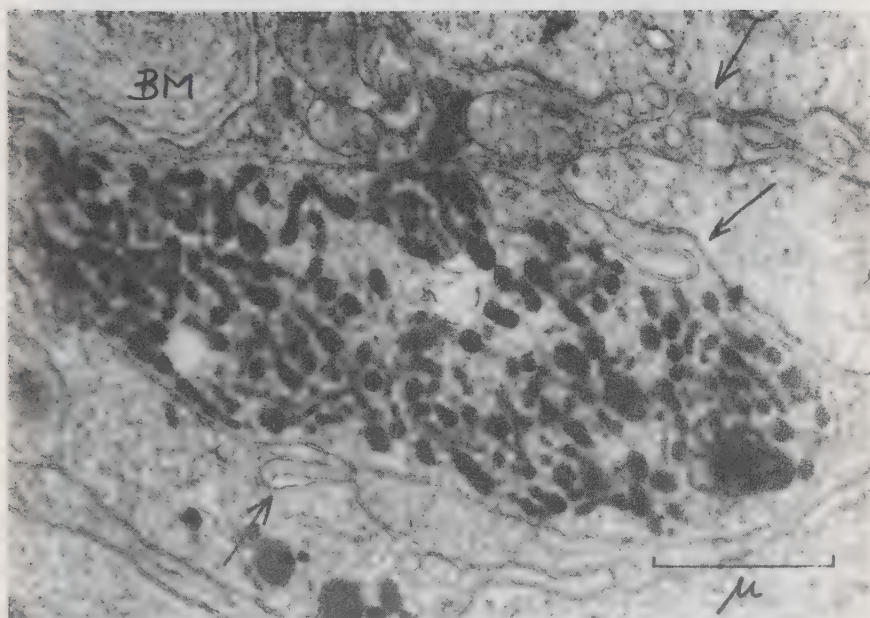


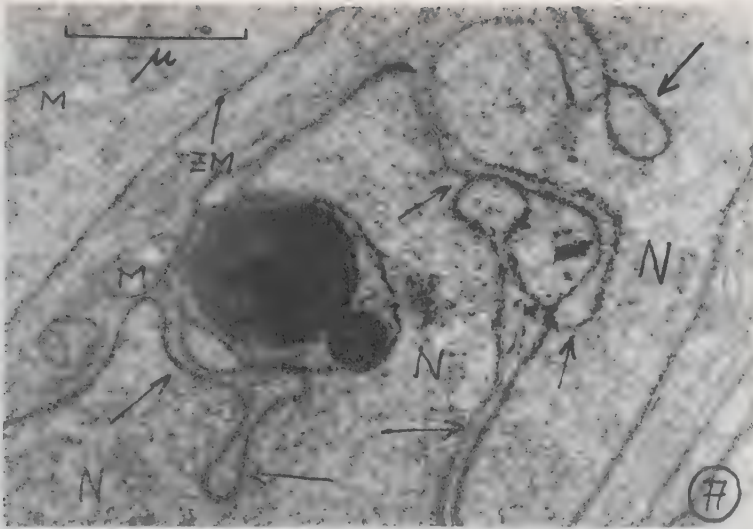
Abb. 3

67-jähriger Patient. Flachschnitt durch die basalen Fortsätze von Zylinderzellen des Ductus deferens (67-jähriger Mann) mit Verzahnungen (↓). Ein Fortsatz angefüllt mit elektronendichten Granula (siehe Abb. 2). Deutliche Membranbegrenzung. BM = lamellär verdickte Basalmembran. Vergr. 1 : 35000



Abb. 4

Kerne der Zylinderzellen aus dem Ductus deferens  
eines 55-jährigen Mannes. Große Nukleoli (\*), tiefe  
cytoplasmatische Einstülpungen (!) in den Kern (N).  
ZM = laterale Zellmembran. Vergr. 1 : 17500



- Abb. 5 A. Kern (N) aus einer Zylinderzelle des Ductus deferens eines 55-jährigen Mannes mit bizarrer Form. Tiefe cytoplasmatische Einschlüsse durch doppelte Kernmembranen abgegrenzt (!). Lipideinschlüsse (L) nur noch von einer einfachen Membran umgeben (\*). M = Mitochondrien, N = Karyoplasma, ZM = Zellmembran. Vergr. 1 : 42000
- B. Siehe Abb. 5 A. Großer Nukleolus (No) an tiefen cytoplasmatischen Einstülpungen (x). Karyoplasma zu dünnen Lamellen ausgezogen (!). N = Karyoplasma. Vergr. 1 : 62000

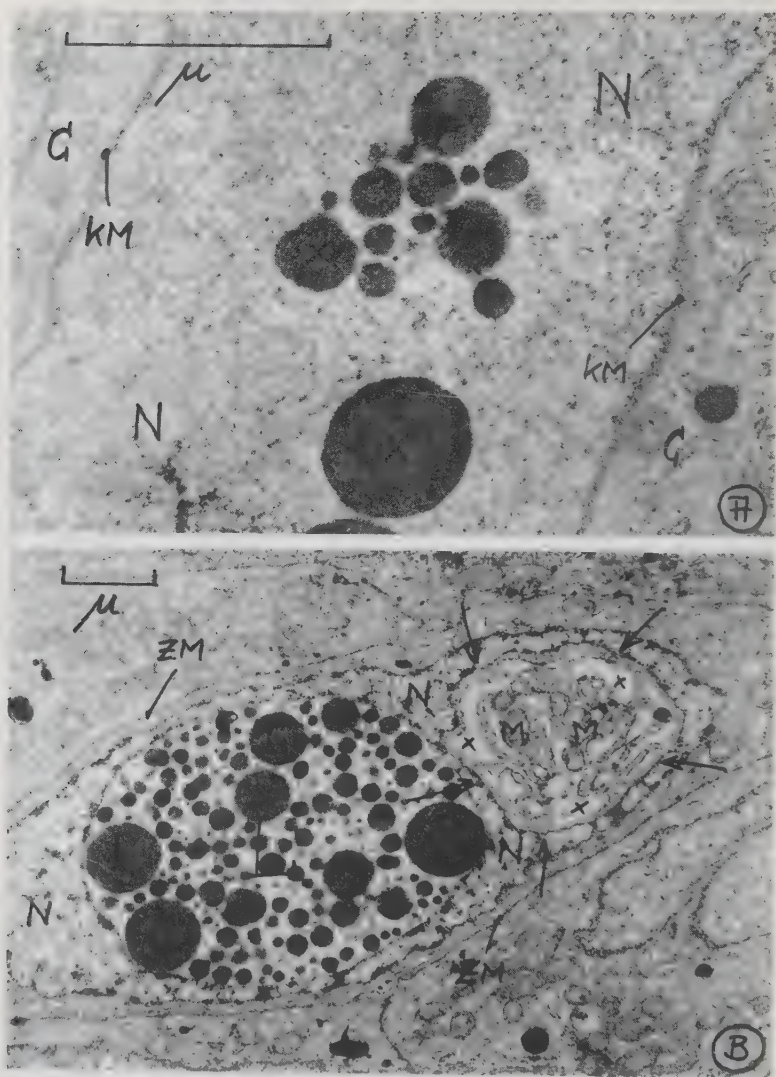


Abb. 6 A. Kern aus einer Zylinderzelle des Ductus deferens eines 70-jährigen Mannes. Lipideinschlüsse (x) ohne Memranbegrenzung frei im Karyoplasma (N). C = Cytoplasma, KM = Kernmembran. Vergr. 1 : 49000

B. Kern (N) aus einer Zylinderzelle des Ductus deferens eines 67-jährigen Mannes mit 2 cytoplasmatischen Einschlüssen. Einmal mit Lipidtropfen (L) und einfacher Memranbegrenzung, der zweite mit Zellorganellen (x = endoplasmatische Hohlräume, M = Mitochondrien) und doppelter Kernmembran. ZM = Zellmembran Vergr. 1 : 21000

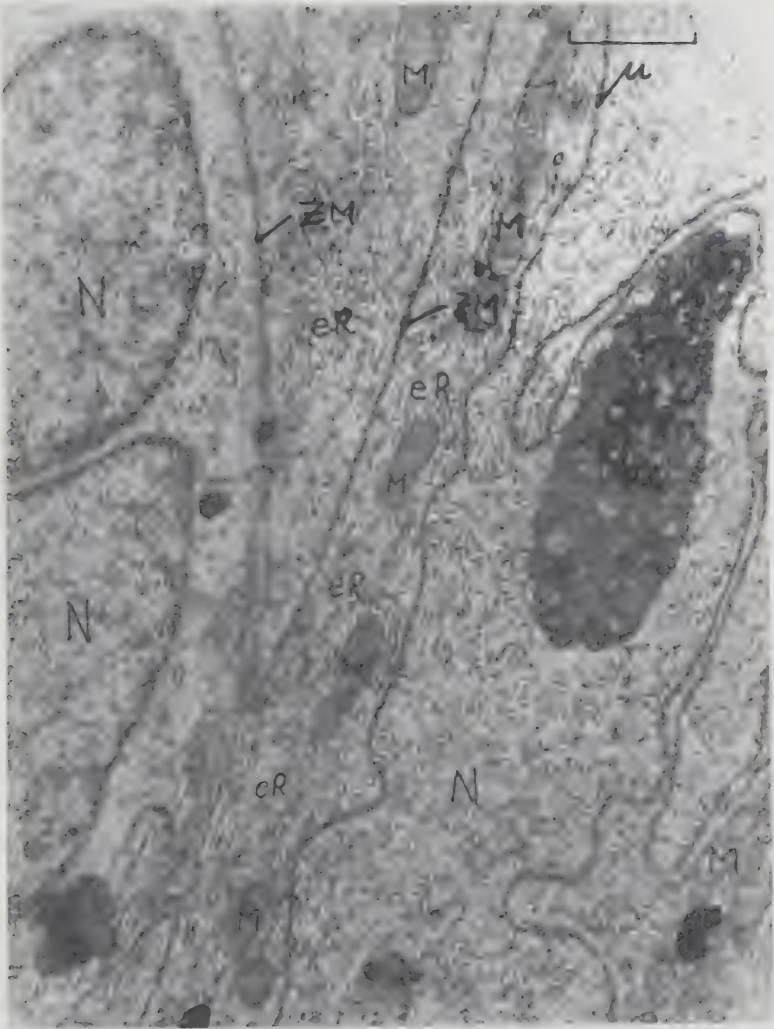


Abb. 7

Anschnitte von 3 Zylinderzellen aus dem Ductus deferens eines 62-jährigen Mannes (Kernzone) mit reichlich glattem endoplasmatischen Retikulum (er), Mitochondrien (M) und einem großen Nukleolus (No).  
 N = Nukleus, ZM = Zellmembran. Vergr. 1 : 29000

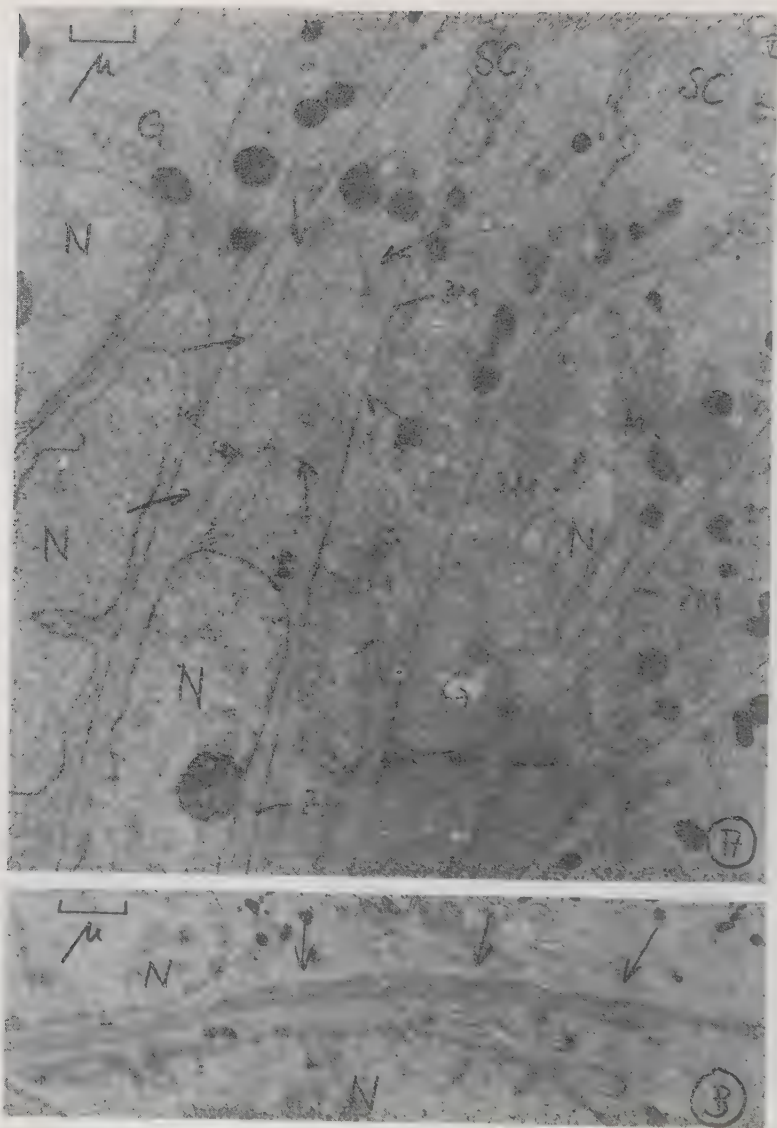


Abb. 8

Epithel des Ductus deferens eines 62-jährigen Mannes  
(supranukleäre Zone). Vergr. 1 : 14000

- A. Apikaler Zellteil. Golgi-Apparat (G) voll getroffen (↓) oder nur angeschnitten. M = Mitochondrien, N = Nukleus, No = Nukleolus, ZM = Zellmembran, x = Sekretgranula.
- B. Mäanderförmig verzahnte (↓) laterale Zellmembranen.



Abb. 9

Supranuklearer Bereich einer Zylinderzelle des Ductus deferens (60-jähriger Mann) mit einem huf-eisenförmigen Golgi-Apparat (G) aus mehreren Membranpaketen (1). In der Umgebung viele Hohlräume des glatten endoplasmatischen Retikulums (eR). KM = Kernmembran, M = Mitochondrium, N = Nukleus, ZM = Zellmembran, O = Gruppen freier Ribosomen. Vergr. 1 : 49000

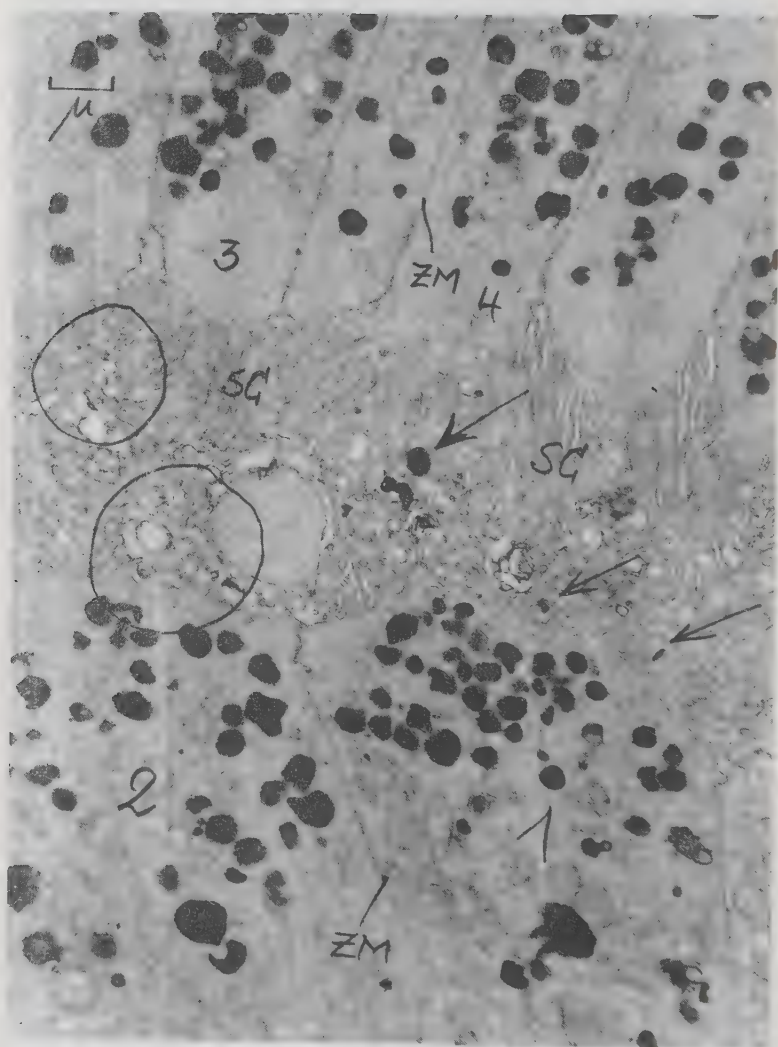


Abb. 10

Die apikalen Teile von Zylinderzellen des Ductus deferens (60-jähriger Mann). Die elektronendichten Sekretgranula entweder dicht an der apikalen Zellmembran (Zelle 1 und 2) oder in einiger Entfernung (Zelle 3 und 4). Sekretgranula im Lumen (L) zwischen den Stereocilien (SC). Fraglicher vesikulärer Zerfall der SC. O. ZM = Zellmembran.

Vergr. 1 : 14000

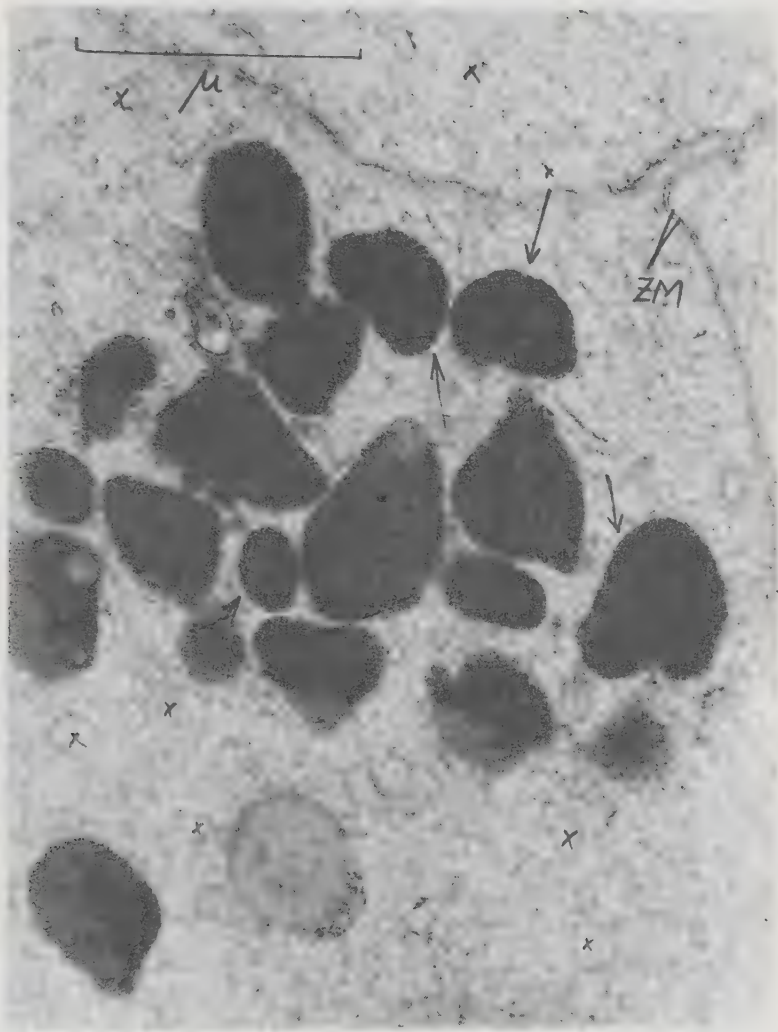


Abb. 11

Sekretgranula mit homogen dunklem (1), hellerem (2) oder unterschiedlich dichtem (3) Inhalt aus den apikalen Teilen von Zylinderzellen des Ductus deferens eines 55-jährigen Mannes. Deutliche Membranbegrenzung (↓). Hohlräume des glatten endoplasmatischen Retikulums (x). ZM = Zellmembran.

Vergr. 1 : 63000



Abb. 12

Zellfortsätze zwischen typischen Zylinderzellen des Ductus deferens (62-jähriger Mann) mit dichtgedrängten Mitochondrien (M). eR = rauhes endoplasmatisches Retikulum, SC = Stereocilien, Tj = "Tight junction N = Nukleus, ZM = Zellmembran. Vergr. 1 : 49000

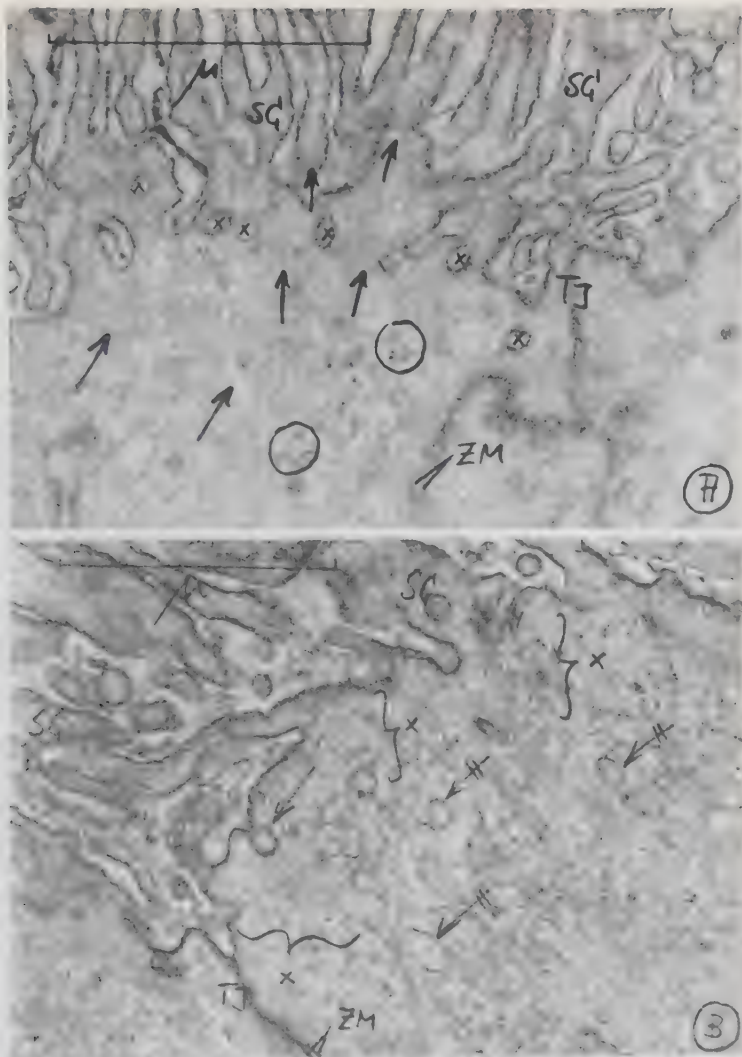


Abb. 13

Die apikalen Bereiche von Zylinderzellen des Ductus deferens (60-jähriger Mann).

- A. Organellfreie Zone mit feinen Filamentbündeln ( $\downarrow$ ), die sich in die Stereocilien (SC) fortsetzen. "Coated vesicular" = x und freien Ribosomengruppen (o). Tj = "Tight junction", ZM = Zellmembran.

Vergr. 1 : 72000

- B. Organellfreie Zone mit Filamenten nur schmal (x). Bildung eines "croated vesicle" =  $\downarrow$ . Hohlräume des eR begrenzt durch zarte Membranen ( $\downarrow$ ). Tj = Tight junction, ZM = Zellmembran, o = Gruppen freier Ribosomen.

Vergr. 1 : 63000



Abb. 14

Breitbasige (B<sub>1</sub>) oder längliche (B<sub>2</sub> und B<sub>3</sub>) Basalzellen mit fehlenden (B<sub>3</sub>), mit wenigen (B<sub>1</sub>) und mit vielen (B<sub>2</sub> und B<sub>4</sub>) Einschlüssen zwischen dünnen Fortsätzen der Zylinderzellen (x) eines 55-jährigen Mannes. BM = Basalmembran, F = Fibrocyten, K = kollagene Fibrillen, Ne = marklose Nerven, ↓ = Filamentbündel in Basalzellen (B<sub>4</sub>). Vergr. 1 : 7000



Abb. 15

Basaler Teil des Ductus deferens-Epithels (55-jähriger Mann) mit Anschnitten von Basalzellen: ↓ = Filamente, X<sub>1</sub> = homogene Einschlüsse, X<sub>2</sub> = homogene Einschlüsse mit Aufhellungen, X<sub>3</sub> = feingranuläres elektronendichtes Material, X<sub>4</sub> = grobgranuläres Material. BM = Basalmembran, F = Fibrocytenfortsätze, G = Golgi-Apparat, M = Mitochondrium, N = Nucleus, Ne = markloser Nerv, K = kollagene Fibrille, ZM = Zellmembran. Vergr. 1 : 31000

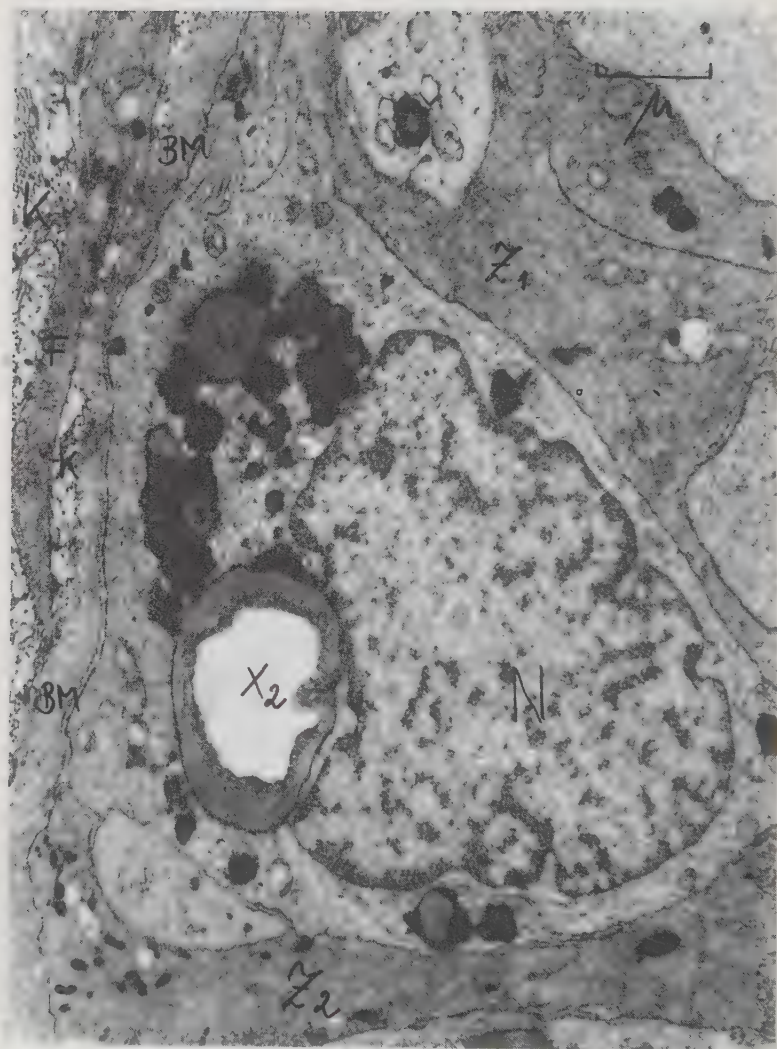


Abb. 16

Basalzelle aus dem Epithel des Ductus deferens eines 55-jährigen Mannes mit homogenen ( $X_1$ ), vakuoligen ( $X_2$ ) und zusammengesetzten ( $X_3$ ) Einschlüssen.  $Z_1$  und  $Z_2$  = Fortsätze von Zylinderzellen. BM = Basalmembran, F = Fibrocytenfortsätze, K = kollagene Fibrillen.

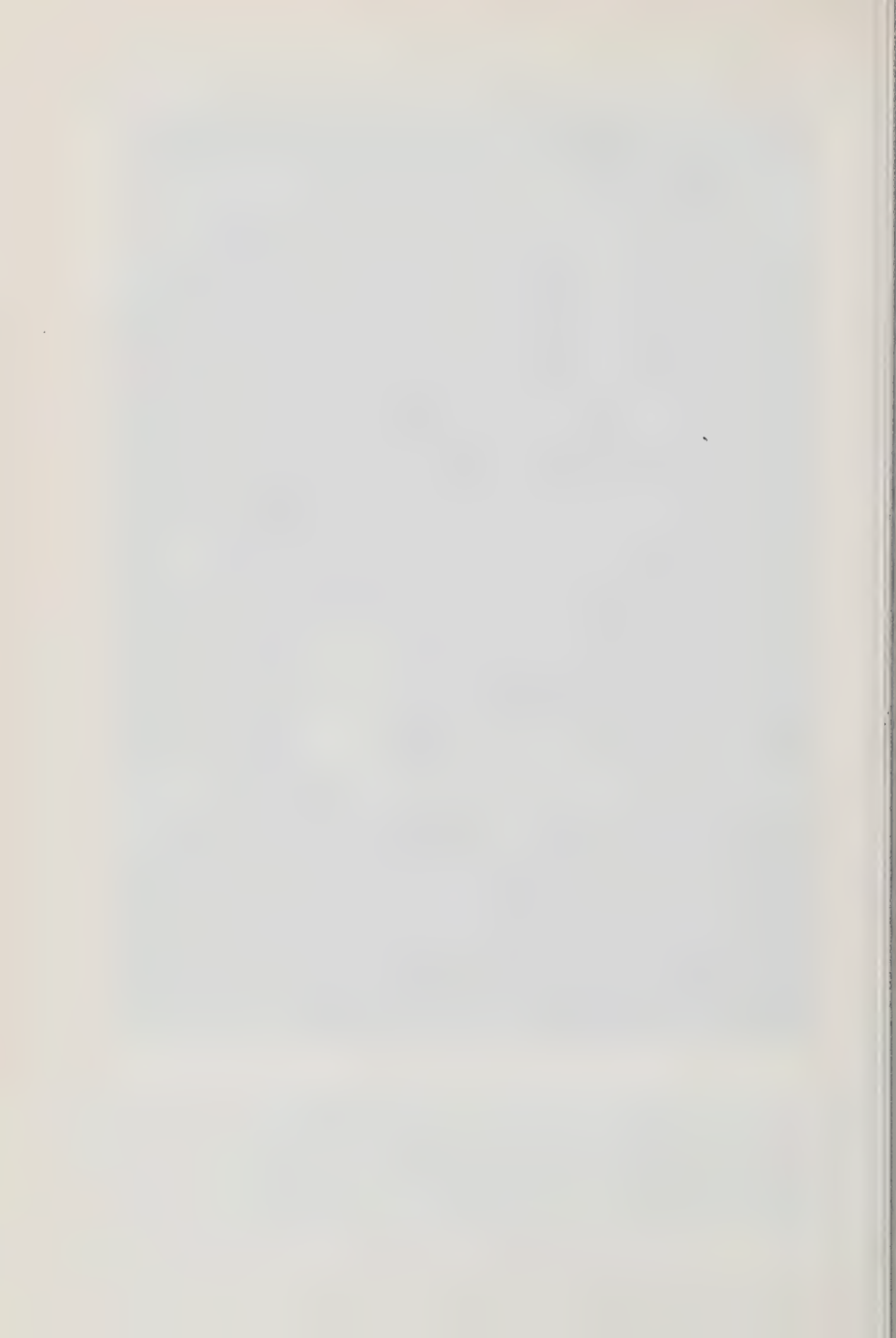
Vergr. 1 : 25000

Herrn Prof. Dr. med. Willy Schwarz danke ich  
für die Überlassung des Themas

„Das elektronenmikroskopische Bild des Ductus  
deferens-Epithels vom Menschen“.

Herrn Priv. Doz. Dr. med. Hans Joachim Merkes  
und Mitarbeitern danke ich für die Hilfsbereitschaft  
mit der Sie mir zur Seite standen.

Einen besonders herzlichen Dank an meinen  
derzeitigen Chefarzt Herrn Dr. med. Rudolf  
Hellenschmied für das zur Verfügung gestellte  
Material.



Berlin, den 8.11.1968

### Lebenslauf.

Ich, Movsses A s s a t u r i a n , bin am 15.5.1927 in Arak/  
Iran als fünftes Kind des Kaufmanns Kafrel Assaturian und sei-  
ner Ehefrau Salbi geboren.

Von 1934 bis 1938 habe ich die Armenische Schule, von 1938 bis  
1944 die Iranische Schule und von 1944 bis 1950 die Iranische  
Oberschule besucht.

Am 15.11.1950 begann ich das Studium der Medizin in Göttingen.  
Nach Abschluß des dritten Semesters setzte ich das Studium an  
der Freien Universität Berlin fort. Dort habe ich am 7. August  
1953 die ärztliche Vorprüfung mit "gut" bestanden. Am 5.2.1957  
legte ich das ärztliche Staatsexamen an der Freien Universität  
Berlin mit der Note "gut" ab.

Als Medizinalassistent war ich vom 1.3.1957 bis zum 30.6.1957 an  
der Frauenklinik der Freien Universität tätig; in der gleichen  
Stellung arbeitete ich seit dem 1.9.1957 in der Orthopädischen  
Universitätsklinik im Oscar-Helene-Heim. Außerdem war ich als  
Medizinalassistent in folgenden Krankenhäusern tätig:

|                       |                           |               |
|-----------------------|---------------------------|---------------|
| Krankenhaus Westend   | vom 1.3.1958 - 30.6.1958  | Chirurgie     |
| Krankenhaus Westend   | vom 1.7.1958 - 31.7.1958  | Urologie      |
| Krankenhaus Bethanien | vom 15.11.1958-30.12.1958 | Chirurgie     |
| Krankenhaus Hubertus  | vom 1.1.1959 - 31.9.1959  | Innere Abtlg. |

Als Vollassistent bin ich seit dem 1.10.1959 in der Chirurgisch-  
urologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Moabit  
(vom 1.10.1959 bis 1.10.1964 Chirurgie und anschließend Urologie  
bis jetzt) beschäftigt.

Wiederholungsfragen

1. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen.

2. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen.

3. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen.

4. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen.

5. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen.

6. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen. Die deutsche Sprache ist eine der wichtigsten Sprachen der Welt. Sie ist die Muttersprache von über 100 Millionen Menschen.



